

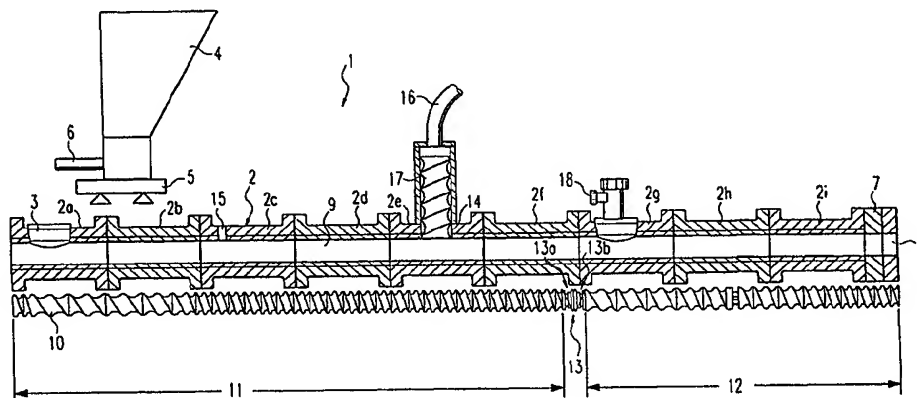


  
**PCT**
  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
   
 Internationales Büro
   
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
   
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b> <b>B29C 47/76, 47/42, 47/10 // B29K 67:00, 105:26</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 00/32377</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 8. Juni 2000 (08.06.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/CH99/00515 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 3. November 1999 (03.11.99)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 198 54 689.0      26. November 1998 (26.11.98)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> BÜHLER AG [CH/CH]; Patentabteilung, CH-9240 Uzwil (CH).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> GOEDICKE, Franz [DE/CH]; Im Reckholder 36, CH-9527 Niederhelfenschwil (CH). INNEREBNER, Federico [CH/CH]; Sihlfeldstrasse 164, CH-8004 Zürich (CH).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> BÜHLER AG; Patentabteilung, CH-9240 Uzwil (CH).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

**(54) Title:** METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING A THERMOPLASTIC CONDENSATION POLYMER

**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUFBEREITUNG EINES THERMOPLASTISCHEN POLYKONDENSATS



**(57) Abstract**

The invention relates to a method for processing a thermoplastic condensation polymer which comprises the following process steps: introduction of the condensation polymer into an extruder (1) in the solid state; heating of the condensation polymer to a temperature below the melting point; degassing and/or drying of the condensation polymer and subsequent melting thereof. According to the invention the condensation polymer is degassed and/or dried in the solid state at a pressure below atmospheric pressure and/or an inert gas is added.

### (57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats umfasst folgende Verfahrensschritte: Einbringen des Polykondensats in einen Extruder (1) in einem festen Zustand, Erwärmen des Polykondensats auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes, Entgasen und/oder Trocknen des Polykondensats und anschliessendes Schmelzen des Polykondensats. Erfindungsgemäß erfolgt das Entgasen und/oder Trocknen des Polykondensats im festen Zustand bei einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks und/oder es wird ein Inertgas zugesetzt.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung in Form eines Extruders zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats. Das erfindungsgemäße Verfahren und der erfindungsgemäße Extruder dient insbesondere zum Rezyklieren thermoplastischer Polykondensate, wie Polyethylen-terephthalat, Polyester oder Polyamid.

Aus DE 42 08 099 A1 ist bereits ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Extruder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 20 und des Anspruchs 26 bekannt. Bei dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats wird das zerkleinerte Polykondensat einem Extruder im noch festen, nicht geschmolzenen Zustand, zugeführt. Bei dem Extruder handelt es sich um einen Zweiwellen-Extruder mit zwei in einem Gehäuse parallel verlaufenden, dichtkämmenden Schnecken. Das noch feste Polykondensat wird in einer ersten Aufbereitungszone auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes erwärmt, so dass niedermolekulare Bestandteile, insbesondere Wasser, über eine im Gehäuse vorgesehene Entgasungsöffnung zumindest teilweise entweichen können. Sodann wird das Polykondensat mittels Knetelemente bearbeitet und aufgeschmolzen. In einer nachfolgenden Verarbeitungszone wird die Polykondensat-Schmelze einem verminderten Druck ausgesetzt, so dass noch in der Schmelze verbliebene niedermolekulare Bestandteile, insbesondere Wasser, zu einem weiteren Anteil über eine Abzugsöffnung entweichen können. Die Polykondensat-Schmelze wird dann einem Mischbehälter zugeführt, in welchem die Schmelze durch Mischwerkzeuge umgewälzt wird. An der sich durch den Mischvorgang ständig erneuernden Oberfläche können die niedermolekularen Bestandteile weiter ausgasen und aus den Mischbehälter über einen Entgasungsöffnung entweichen.

Bei diesem bekannten Verfahren ist nachteilig, dass die Entgasung und Trocknung des Polykondensats im noch festen Zustand unvollständig ist, da die bei der Erwärmung freiwerdenden niedermolekularen Bestandteile über die Entgasungsöffnung nur unvoll-

ständig entweichen, zumal die Entgasungsöffnung nicht beliebig gross dimensioniert werden kann. In der Verarbeitungszone, in welcher das aufzubereitende Polykondensat zur Entgasung und Trocknung auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes erwärmt wird, stellt sich daher ein thermodynamisches Gleichgewicht zwischen der  
5 Dampfphase der niedermolekularen Bestandteile und den in dem Polykondensat gebundenen niedermolekularen Bestandteilen ein. Die Effektivität der Entgasung und Trocknung ist aufgrund der begrenzten Entweichung der Dampfphase aus der Entgasungsöffnung eingeschränkt.

10 Aus der DE 42 31 231 C1 ist ein Mehrwellen-Extruder mit mehreren ringförmig zwischen einem Innengehäuse und einem Aussengehäuse angeordneten Schneckenwellen zur Entgasung einer Polykondensat-Schmelze grundsätzlich bekannt. Bei dem aus dieser Druckschrift hervorgehenden Verfahren wird dem Extruder jedoch das Polykondensat im bereits geschmolzenen Zustand zugeführt und eine Entgasung im noch fe-  
15 sten Zustand findet nicht statt. Die Effektivität dieses Verfahrens ist daher ebenfalls begrenzt. Zudem erfolgt die Aufschmelzung des Polykondensats in einer von dem Mehrwellen-Extruder getrennten Vorrichtung, was zu einem erhöhten Aufwand führt. Dieses Verfahren ist daher zum Rezyklieren von thermoplastischen Polykondensaten nur be-  
dingt geeignet.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und einen Extruder zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats zu schaffen, bei welchem die Entgasung und/oder Trocknung des Polykondensats im noch festen Zustand verbessert ist.

25

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich eines für dieses Verfahren geeigneten Extruders durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 20 oder des Anspruchs 26 jeweils in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

30

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Effektivität der Entgasung und/oder Trocknung des Polykondensats im noch festen Zustand dadurch verbessert werden kann, dass das Polykondensat einem verminderten Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks unterworfen wird und/oder ein Inertgas zugesetzt wird. Durch die

Druckabsenkung wird der Dampfdruck der niedermolekularen Bestandteile vermindert, so dass diese Bestandteile aus dem noch festen Polykondensat erleichtert ausdampfen. Die Zugabe eines Inertgases bewirkt im thermodynamischen Gleichgewicht die Absenkung des Partialdrucks der unerwünschten niedermolekularen Bestandteile, insbesondere der in dem noch festen Polykondensat gebundenen Wasserbestandteile. Aufgrund des verminderten Partialdrucks können diese unerwünschten niedermolekularen Bestandteile ebenfalls erleichtert aus dem Polykondensat ausdampfen. In diesem Zusammenhang ist der Begriff des Inertgases so zu verstehen, dass sich dieses in dem Polykondensat nicht oder nur in geringem Umfang anreichert und die Eigenschaften des Polykondensats nicht in unerwünschter Weise verändert. Die Massnahmen des abgesenkten Drucks und der Zugabe des Inertgases können effektivitätssteigernd auch miteinander kombiniert werden.

Der Erfindung liegt ferner die Erkenntnis zugrunde, dass ein zur Ausführung des vorgenannten Verfahrens geeigneter Extruder gegenüber einem bekannten Extruder so modifiziert werden muss, dass das noch feste Polykondensat über die Entgasungsöffnung nicht entweichen kann. Das Polykondensat wird dem Extruder im festen Zustand in der Regel in Form von Flocken (Flakes) oder Granulat zugeführt, die z. B. aus den rezyklierten Produkten, beispielsweise Einweg-Kunststoffflaschen, durch Zerschneiden oder andere Zerkleinerungsverfahren gewonnen werden. Diese Polykondensat-Flocken bzw. das Granulat sind relativ leicht und können an der Entgasungsöffnung, an der für das erfindungsgemäße Verfahren ein verminderter Druck angelegt werden muss beziehungsweise über welche das Inertgas strömt, aufgrund des dort herrschenden Druckgefälles entweichen. Ein an der Entgasungsöffnung angeordnetes Sieb oder Filter würde sich in kurzer Zeit abnutzen und ist deshalb nicht geeignet. Die Erfindung schlägt deshalb entsprechend der Lösung gemäss Anspruch 20 vor, bei einem Zweiwellen- oder Mehrwellen Extruder an der Entgasungsöffnung eine Fördervorrichtung vorzusehen, die über die Entgasungsöffnung entweichendes Polykondensat in den Extruder zurückfördert. Diese kann sich an den Schneckenwellen des Extruders selbst reinigen. Alternativ wird entsprechend der Lösung nach Anspruch 26 vorgeschlagen, einen Mehrwellen-Extruder zu verwenden, bei welchem zwischen einem Innengehäuse und den ringförmig angeordneten Schneckenwellen ein Innenraum und zwischen einem Aussengehäuse und den Schneckenwellen ein von dem Innenraum getrennter Aussenraum gebildet sind. Das noch feste Polykondensat kann sich dann entweder in dem In-

nenraum befinden und die Entgasungsöffnung kann mit dem Aussenraum verbunden sein, oder das noch feste Polykondensat kann sich umgekehrt in dem Aussenraum befinden und die Entgasungsöffnung kann mit dem Innenraum verbunden sein. Die miteinander dichtkämmenden Schneckenwellen verhindern in jedem Fall ein Vordringen  
5 der festen Polykondensat-Flocken zu der Entgasungsöffnung. Ein Entweichen der Polykondensat-Flocken über die Entgasungsöffnung wird deshalb verhindert.

Die Ansprüche 2 bis 19 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere, aber keineswegs ausschliesslich, zum Rezyklieren von Polyester, insbesondere Polyethylentherephthalat und Polyamid. Das Polykondensat wird in den Extruder vorzugsweise in Form von Flocken (Flakes) eingebracht, deren Dicke im Mittel kleiner als 2 mm und deren grösste Aus-  
15 dehnung im Mittel kleiner als 20 mm ist. Es ist vorteilhaft, das Polykondensat bereits vor dem Einbringen in den Extruder einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks und/oder dem Inertgas auszusetzen, um die Effektivität des Verfahrens weiter zu steigern. Das Polykondensat kann auch vor dem Einbringen in den Extruder bereits auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Polykondensats erwärmt wer-  
20 den.

Nach dem Schmelzen des Polykondensats kann eine weitere Entgasung der Polykondensat-Schmelze erfolgen. Hierbei kann der Polykondensat-Schmelze ein Inertgas, vorzugsweise in kondensierter Form unter einem erhöhten Druck der Polykondensat-  
25 Schmelze, zugesetzt werden. Dies führt durch ein Aufschäumen zu einer Vergrösserung der Oberfläche an der Phasengrenze. Das Inertgas vermindert auch hier den Partialdruck der unerwünschten niedermolekularen Bestandteile in der Polykondensat-Schmelze und erleichtert deren Ausgasung. Als Inertgas eignet sich insbesondere Stickstoff, Kohlendioxid oder getrocknete Luft.

30

Es ist vorteilhaft, wenn die Polykondensat-Schmelze durch mindestens einen Schmelzefilter geführt wird. Schmelzefilter können an die Förderzone des Extruders, in der Nachfolge der Knetelemente oder hinter dem Extruder angeschlossen werden. Der Einsatz von Schmelzefiltern führt dazu, dass die Kunststoffschmelzen von der Weiterverar-

5 beitung eine konstante und hohe Produktqualität besitzen. Schmelze-Partikel mit einer Grösse von 20-50  $\mu\text{m}$ , welche nicht im Bereich der ersten Förderzone, in welcher das Polykondensat noch im festen Zustand vorliegt, ausgeschieden worden sind, können aus dem Schmelzestrom während der Filtration abgetrennt werden. Für die Kunststoff-  
verarbeitung (Polykondensaten wie PA, PET etc.) wird der Drahtgewebefilter verwendet mit geringsten Filterfeinheiten zwischen 5-100  $\mu\text{m}$ .

Die Ansprüche 20 bis 25 und 26 bis 30 beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Extruders.

10

Die Fördervorrichtungen können als Förderschnecken, insbesondere als jeweils zwei dichtkämmende Förderschnecken, ausgebildet sein. Es ist vorteilhaft, wenn die Fördervorrichtungen oder das umgebende Gehäuse beheizbar sind. Dadurch wird eine Kondensation der entgasenden niedermolekularen Bestandteile an der Fördervorrichtung  
15 und deren Rückförderung in den Extruder verhindert. Gegebenenfalls kann die Entgasungsöffnung auch mit der Einlassöffnung zum Zuführen des Polykondensats in den Extruder zusammenfallen und die dort vorgesehene Fördervorrichtung kann gleichzeitig der dosierten Zuführung des Polykondensats in den Extruder dienen.

20 Es ist ferner vorteilhaft, wenn das Gehäuse im Bereich der ersten Förderzone, in welcher das Polykondensat noch im festen Zustand vorliegt, beheizbar ist, um eine schnelle und gleichmässige Erwärmung des Polykondensats zu gewährleisten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme  
25 auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Extruders in einer Längsdarstellung;

30 Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Extruders in einer Längsdarstellung;

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Extruders;

- Fig. 4 eine geschnittene Halb-Längsdarstellung eines Extruders entsprechend dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel; und
- 5 Fig. 5 eine geschnittene Halb-Längsdarstellung eines Extruders entsprechend einem gegenüber Fig. 4 modifizierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Extruders 1. Der in Fig. 1 dargestellte Extruder 1 ist als Zweiwellen-Extruder ausgebildet. Der Extruder 1  
10 umfasst ein Gehäuse 2, das aus mehreren Teilgehäusen 2a - 2i modular aufgebaut ist. Die Teilgehäuse 2a - 2i sind miteinander verflanscht. Das erste Teilgehäuse 2a weist eine Einlassöffnung 3 auf, über welche das aufzubereitende Polykondensat in einem noch festen Zustand vorzugsweise in Form von Flocken (Flakes) dem Extruder 1 zugeführt wird. Das Polykondensat befindet sich in einem Vorratsbehälter 4 und wird über  
15 ein Dosiersystem 5 und eine Fördereinrichtung 6 zugemessen. Am Ende des letzten Teilgehäuses 2i befindet sich der Ausgangsflansch 7 mit einer Auslassöffnung 8, an welcher die aufbereitete Polykondensat-Schmelze austritt.

In dem Gehäuse 2 sind zwei versetzt zueinander angeordnete Längsbohrungen vorgesehen, von welchen in Fig. 1 nur eine Bohrung 9 erkennbar ist. In jede der beiden  
20 Längsbohrungen ist jeweils eine Schneckenwelle 10 eingesetzt, die in Fig. 1 aus Gründen der verbesserten Darstellung ausserhalb der zugehörigen Längsbohrung 9 gezeichnet ist. Die Schneckenwellen 10 erstrecken sich von der Einlassöffnung 3 bis zu der Auslassöffnung 8. Die beiden Schneckenwellen 10 kämmen dicht miteinander und  
25 werden in gleiche Drehrichtung angetrieben.

Die Schneckenwellen 10 gliedern sich grob in eine erste Förderzone 11 zum Fördern des Polykondensats im festen Zustand und eine zweite Förderzone 12 zum Fördern des Polykondensats im geschmolzenen Zustand. Zwischen der ersten Förderzone 11  
30 und der zweiten Förderzone 12 befinden sich Knetelemente 13. Während die Förderschnecke 10 in ihrer ersten Förderzone 11 im Bereich der Einlassöffnung 3 zunächst eine relativ grosse Steigung aufweist, verringert sich die Steigung in Richtung auf die Auslassöffnung 8, wodurch das Polykondensat an der Einlassöffnung 3 relativ rasch eingezogen wird. Die Verweilzeit bzw. das Verweilzeitspektrum des Polykondensats in

- der ersten Förderzone 11 ist relativ lang, so dass sich das Polykondensat auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes aufheizen kann. Dazu wird das Gehäuse 2 im Bereich der ersten Förderzone 11 durch nicht dargestellte Heizelemente beheizt. Dadurch können niedermolekulare Bestandteile des Polykondensats, insbesondere Wasser, aus dem Polykondensat im noch festen Zustand ausgasen und über eine Entgasungsöffnung 14 entweichen. Um die Effektivität der Ausgasung der niedermolekularen Bestandteile zu verbessern, wird die erste Förderzone 11 des Extruders 1 einem gegenüber dem atmosphärischen Druck verminderten Druck unterworfen oder es wird mit einem Inertgas gespült. Durch die Verminderung des Drucks in dem Gehäuse 2 wird der Dampfdruck der unerwünschten niedermolekularen Bestandteile verringert, so dass diese niedermolekularen Bestandteile erleichtert ausdampfen. Die Zugabe des Inertgases bewirkt eine Verringerung des Partialdrucks dieser niedermolekularen Bestandteile, so dass die Effektivität der Ausgasung ebenfalls verbessert wird. Sofern ein Inertgas verwendet wird, kann dieses über eine Inertgas-Einlassöffnung 15 zugesetzt werden. Als Inertgas eignet sich insbesondere Stickstoff, Kohlendioxid oder getrocknete Luft. Grundsätzlich sind auch Edelgase geeignet. Das über die Entgasungsöffnung 14 entweichende Inertgas kann gefiltert und gereinigt über die Inertgas-Einlassöffnung 15 in einem geschlossenen Kreislauf dem Extruder 1 wieder zugeführt werden.
- Zur Erzeugung eines Unterdrucks in den Längsbohrungen 9 bzw. zur Abführung des Inertgases dient eine Leitung 16, die an der Entgasungsöffnung 14 angeschlossen ist. Erfindungsgemäß ist an der Entgasungsöffnung 14 eine als Förderschnecke ausgebildete Fördervorrichtung 17 vorgesehen, um aufgrund des Unterdrucks bzw. des abströmenden Inertgases über die Entgasungsöffnung 14 entweichende Polykondensat-Flocken in den Extruder 1 zurückzufördern und somit zu verhindern, dass Polykondensat-Flocken aus dem Extruder 1 entweichen können. Die Fördervorrichtung 17 kann auch aus zwei dichtkämmenden, nebeneinander angeordneten Förderschnecken zusammengesetzt sein. Es ist vorteilhaft, wenn die Fördervorrichtung 17 beheizbar ist. Dadurch wird eine Kondensation der entgasenden niedermolekularen Bestandteile, insbesondere des Wasserdampfes, an der Fördervorrichtung 17 und somit eine Rückförderung dieser kondensierten Bestandteile in den Extruder 1 vermieden.

Die sich an die erste Förderzone 11 anschliessenden Knetelemente 13 haben sowohl distributive als auch dispersive Eigenschaften und führen zu einer Aufschmelzung des

Polykondensats in einem sehr kurz gehaltenen Aufheizbereich. Die Aufschmelzung erfolgt in einer Verfahrenslänge von vorzugsweise 1 L/D bis 2 L/D. Vorzugsweise sind die Knetelemente aus fördernden Knetelementen 13a und rückfördernden Knetelementen 13b zusammengesetzt, um das Verweilzeitspektrum der Polykondensate an den Knetelementen 13 zu erhöhen und somit den Aufschmelzbereich kurz zu halten. Die Polykondensate werden bereits in der ersten Förderzone 11 durch Beheizen des Gehäuses 2 möglichst nahe auf die Aufschmelztemperatur aufgeheizt, so dass die von den Knetelementen 13 auf die Polykondensate zu übertragende Aufschmelzenthalpie gering ist.

10

In der sich an die Knetelemente anschliessenden zweiten Förderzone 12 wird die Polykondensat-Schmelze in Richtung auf die Auslassöffnung 8 gefördert. Auch hier verringert sich die Steigung der Schneckenwellen 10 in Richtung auf die Auslassöffnung 8. Vorzugsweise erfolgt in diesem Bereich eine weitere Entgasung der Polykondensat-Schmelze. Die Entgasung kann auch hier durch eine Verringerung des Arbeitsdrucks oder bzw. zusätzlich durch die Zugabe eines Inertgases, insbesondere von Stickstoff, erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Zugabe des Inertgases in einem kondensierten Zustand, wobei die Polykondensat-Schmelze bei der Zugabe einem erhöhten Druck unterworfen ist. Bei einer nachfolgenden Druckverminderung der Polykondensat-Schmelze gasen das Inertgas sowie die unerwünschten niedermolekularen Bestandteile aus der Polykondensat-Schmelze aus und können über eine weitere Entgasungsöffnung 18 austreten.

25

Es ist vorteilhaft, das Polykondensat in dem Vorratsbehälter 4 bereits einer Inertgas-Atmosphäre und/oder einem verminderten Druck auszusetzen sowie einer erhöhten Temperatur zu unterwerfen, um die Effektivität des Verfahrens zu steigern und die Aufwärmzeit in der ersten Förderzone 11 zu verringern.

30

Die Knetelemente befinden sich vorzugsweise am Ende eines Teilgehäuses 2f. Dies hat den Vorteil, dass die Schmelzzone am Ende des Teilgehäuses 2f liegt, so dass die Weiterverarbeitung in dem sich daran anschliessenden Teilgehäuse 2g optimal konfiguriert werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch für eine reaktive Extrusion nach dem Reaktionsprinzip der Polyaddition mit Hilfe von Additiven und/oder Polykondensation geeignet. Dabei werden die Additive bei der Aufschmelzung durch die Knetelemente 13 gleichzeitig optimal gemischt. Eine gegebenenfalls nötige Erhöhung des Verweilzeitspektrums wird vorzugsweise durch Zahnelemente realisiert. Auch die Einarbeitung von Zuschlagsstoffen, insbesondere von Glas oder Pigmenten, ist möglich. Diese Stoffe werden vorzugsweise kurz nach der Aufschmelzung eindosiert und mit schmalen Knetelementen unmittelbar nach der Aufschmelzung eingearbeitet.

10 Entsprechend dem Patentanspruch 15 eignen sich als Zuschlagsstoffe (Zusatzstoffe, Farbpigmente, Füllstoffe, Verarbeitungshilfsmittel, Stabilisatoren, reaktive Substanzen usw.), die neben dem Polykondensat in den Extruder eingebracht werden. Durch Einsatz von Zuschlagsstoffen wird gewährleistet, dass eine konstante Schmelzviskosität der Polykondensat-Schmelze erreicht wird.

15

Fig. 2 zeigt ein gegenüber Fig. 1 modifiziertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Extruders 1. Bereits anhand von Fig. 1 beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so dass sich insoweit eine wiederholende Beschreibung erübrigt.

20

Der Unterschied des in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiels gegenüber dem anhand von Fig. 1 bereits beschriebenen Ausführungsbeispiel besteht darin, dass das Polykondensat im festen Zustand von dem Vorratsbehälter 4 über eine als Förderschnecke bzw. als zwei dichtkämmende Förderschnecken ausgebildete Fördervorrichtung 20 der Einlassöffnung 3 des Extruders 1 zugeführt wird. Über den Stutzen 21 kann gleichzeitig das Inertgas zugeführt werden, wobei das in dem Vorratsbehälter 4 bevorratete Polykondensat bereits vor der Zuführung in den Extruder unter einer Inertgas-Atmosphäre gehalten wird.

25

30 Umgekehrt ist es auch möglich, das Inertgas über den Stutzen 21 und den Vorratsbehälter 4 abzuführen, wobei dann die Fördervorrichtung 20 gegen die Strömungsrichtung des Inertgases fördert. Die Fördervorrichtung 17 und die Entgasungsöffnung 14 können dann auch entfallen. Gleiches gilt, wenn nicht mit einem Inertgas gespült wird, sondern der Extruder 1 in dem ersten Förderbereich 11 auf einem Unterdruck gehalten wird. Der

dafür notwendige Vakuumanschluss kann unmittelbar an dem Vorratsbehälter 4 vorgesehen sein, wobei das Polykondensat in den Vorratsbehälter 4 über eine geeignete Vakuumschleuse eingeschleust wird. Auch hier kann die Einlassöffnung 3 gleichzeitig als Entgasungsöffnung dienen und die Fördervorrichtung 17 kann entfallen. Wenn die  
5 Inertgas-Einlassöffnung 15 in der Nähe der Knetelemente 13 angeordnet ist, hat dies den Vorteil, dass die Strömungsrichtung in dem Extruder 1 entgegen der Förderrichtung verläuft und deshalb die Spülung besonders effektiv ist.

Die Fig. 3 und 4 zeigen einen vollkommen anders konfigurierten Extruder 1, der ebenfalls zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Dabei zeigt Fig.  
10 3 einen Querschnitt durch den Extruder 1 und Fig. 4 einen halben Längsschnitt bis zur Mittelachse 30. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen bezeichnet.

Im Gegensatz zu den in Fig. 1 und 2 dargestellten Zweiwellen-Extrudern handelt es sich bei dem in den Fig. 3 und 4 dargestellten Extruder 1 um einen Mehrwellen-Extruder, bei welchem mehrere, im Ausführungsbeispiel zwölf, Schneckenwellen 10a - 10l ringförmig zwischen einem Innengehäuse 31 und einem Aussengehäuse 32 angeordnet sind. Die Schneckenwellen 10a - 10l sind auch bei dem in den Fig. 3 und 4 dargestellten Mehrwellen-Extruder dichtkämmend ausgebildet, so dass die ringförmig angeordneten  
20 Schneckenwellen 10a - 10l einen zwischen dem Innengehäuse 31 und den Schneckenwellen 10a - 10l ausgebildeten Innenraum 33 von einem zwischen dem Aussengehäuse 32 und den Schneckenwellen 10a - 10l gebildeten Aussenraum 34 trennen. In einem noch näher zu beschreibenden Teilbereich der ersten Förderzone 11 des Extruders 1, in welcher das Polykondensat im festen Zustand gefördert wird, befindet sich  
25 das Polykondensat in dem Innenraum 33, was in der Zeichnung durch eine Kreuzschraffur angedeutet ist. Der Aussenraum 34 hingegen ist im Ausführungsbeispiel mit mehreren Entgasungsöffnungen 14 verbunden, über welche ausdampfende niedermolekulare Bestandteile des aufzubereitenden Polykondensats entweichen können.

30

In der ersten Förderzone 11, in welcher das Polykondensat im festen Zustand vorliegt, wird das Gehäuse 2, besonders das Innengehäuse 31, beheizt, um das Polykondensat möglichst bis kurz unterhalb des Schmelzpunktes aufzuheizen und so eine effektive Ausgasung der niedermolekularen Bestandteile zu bewirken. Zusätzlich wird entspre-

chend dem bereits beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren über die Entgasungsöffnungen 14 entweder ein Unterdruck in dem Extruder 1 erzeugt und/oder es wird ein Inertgas, insbesondere Stickstoff, zu Spülzwecken zugesetzt. Das Inertgas kann dabei über nicht dargestellte Inertgas-Einlassöffnungen in den Innenraum 33, in dem sich das Polykondensat befindet, eintreten, zwischen den dichtkäm-  
5 menden Schneckenwellen 10a - 10l hindurchtreten und über die Entgasungsöffnungen 14 entweichen, was durch entsprechende Pfeile veranschaulicht ist.

Wesentlich ist, dass bei dieser Konfiguration Förderelemente an den Entgasungsöffnungen 14 nicht notwendig sind, weil das Polykondensat bereits über die dichtkäm-  
10 menden Schneckenwellen 10a - 10l an einem Austritt aus den Entgasungsöffnungen 14 gehindert ist.

Dennoch kann bei Bedarf eine Förderrichtung 17 an bzw. in der Eingangsöffnung  
15 14 vorgesehen sein.

Die Konfiguration der Schneckenwellen 10a - 10l wird aus dem in Fig. 4 dargestellten Halb-Längsschnitt besser ersichtlich. Dargestellt ist eine Schneckenwelle 10a in der zugehörigen Längsbohrung 9, die zwischen dem Innengehäuse 31 und dem Aussengehäuse 32 ausgebildet ist. Dabei sind der zwischen der Schneckenwelle 10a und dem  
20 Innengehäuse 31 gebildete Innenraum 33 und der zwischen der Schneckenwelle 10a und dem Aussengehäuse 32 gebildete Aussenraum 34 ebenfalls erkennbar. Das zu verarbeitende Polykondensat wird dem Extruder 1 über eine oder mehrere Einlassöffnungen 3 im festen Zustand, beispielsweise in Form von Flocken (Flakes), zugeführt.  
25 Die Schneckenwellen 10a - 10l gliedern sich grob in eine erste Förderzone 11, in welcher das Polykondensat im festen Zustand gefördert wird, und eine zweite Förderzone 12, in welcher die Polykondensat-Schmelze gefördert wird. Zwischen der ersten Förderzone 11 und der zweiten Förderzone 12 befinden sich Knetelemente 13 zum Aufschmelzen des Polykondensats.

30 Die erste Förderzone 11 ist in eine Einzugszone 35 und in eine Entgasungszone 36 unterteilt. In der Einzugszone 35 wird das Polykondensat eingezogen, wobei sich das Polykondensat im wesentlichen gleichmässig in dem Innenraum 33 und dem Aussenraum 34 verteilt. Am Ende der Einzugszone 35 befindet sich eine erste Sperre beste-

hend aus einem nach einem Distanzring 37 angeordneten rückfördernden Abschnitt 38. An dem Innengehäuse 31, nicht jedoch an dem Aussengehäuse 32, ist eine Nut 39 vorgesehen, die über den rückfördernden Bereich 38 hinwegreicht. Das Polykondensat

kann deshalb nur im Bereich des Innenraums 33 von der Einzugszone 35 in die Entgasungszone 36 übertreten, so dass sichergestellt ist, dass sich das Polykondensat in der Entgasungszone 36 praktisch ausschliesslich in dem Innenraum 33 befindet. Das Gehäuse 2 ist im Bereich der ersten Zone 11 beheizt, so dass das Polykondensat bis kurz unterhalb der Schmelztemperatur aufgeheizt wird. Gleichzeitig wird ein Unterdruck erzeugt und/oder es wird mit einem Inertgas gespült. Auf diese Weise wird eine wirkungsvolle Entgasung erreicht. Am Ende der Entgasungszone 36 befinden sich Knetelemente 13, die distributive und dispersive Eigenschaften haben. Das Polykondensat wird in diesem Bereich sehr schnell aufgeschmolzen und liegt nachfolgend als Schmelze vor.

10

Durch eine aus einem nach einem Distanzring 40 angeordneten rückfördernden Abschnitt 41 bestehende zweite Sperre wird in Verbindung mit einer an dem Innengehäuse 31 vorgesehenen Nut 42 gewährleistet, dass sich die Polykondensat-Schmelze bevorzugt in dem Innenraum 33 befindet. In dem Aussenraum 34 mündet eine zweite Entgasungsöffnung 43, die eine zusätzliche Entgasung der Polykondensat-Schmelze ermöglicht. Die Schmelze verteilt sich relativ gleichmässig an der Oberfläche der Schneckenwellen 10a - 10l, wobei durch die dichtkämmenden Schneckenwellen 10a - 10l ein stetiges neues Ausstreichen der Schmelzen erfolgt, wodurch ständig neue Oberflächen erzeugt werden. Dadurch wird der Entgasungsvorgang wesentlich beschleunigt. Der Entgasungsvorgang kann begünstigt werden, indem an der Entgasungsöffnung 43 ein Unterdruck angelegt wird, um den Dampfdruck der niedermolekularen Bestandteile, insbesondere des Wasseranteils, zu verringern.

25

In Fig. 5 ist eine Variation des in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiels dargestellt. Dabei zeigt Fig. 5, ähnlich wie Fig. 4, einen Halb-Längsschnitt durch einen als Mehrwellen-Extruder ausgebildeten Extruder 1.

30

Der Unterschied zu dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht darin, dass über eine Inertgas-Einlassöffnung 44 der Polykondensat-Schmelze ein Inertgas in vorzugsweise kondensierter Form zugesetzt wird. Sowohl das Inertgas als auch die unerwünschten niedermolekularen Bestandteile des aufzubereitenden Polykondensats, insbesondere der noch verbliebene Wasseranteil, verlassen den Extruder 1 über die Entgasungsöffnung 43. Es kann günstiger sein, das Inertgas über die Öffnung 43 zuzuführen und über die Öffnung 44 abzulassen.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere kann der in Fig. 3 bis 5 dargestellte Mehrwellen-Extruder auch so konfiguriert werden, dass in der Entgasungszone 36 sich das Polykondensat in dem Aussenraum  
5 34 befindet und die Entgasungsöffnungen 14 mit dem Innenraum 33 verbunden sind. Dazu ist die Nut 39 nicht an dem Innengehäuse 31, sondern an dem Aussengehäuse 32 auszubilden.

Ferner ist der dargestellte Mehrwellen-Extruder nicht auf die in Fig. 3 nur beispielsweise  
10 dargestellten Zwölf-Schneckenwelle beschränkt.

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats mit folgenden Verfahrensschritten:

- Einbringen des Polykondensats in einen Extruder (1) in einem festen Zustand,
- Erwärmen des Polykondensats auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes
- 10 und Entgasen und/oder Trocknen des Polykondensats,
- Schmelzen des Polykondensats,

dadurch gekennzeichnet, dass das Entgasen und/oder Trocknen des Polykondensats im festen Zustand bei einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks und/oder unter Zugabe eines Inertgases erfolgt.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem thermoplastischen Polykondensat um Polyester, insbesondere Polyethylterephthalat, oder Polyamid handelt.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Polykondensat in den Extruder (1) in Form von Flocken oder Pulver eingebracht wird, wobei die Dicke der Flocken im Mittel kleiner als 2 mm und deren grösste Ausdehnung im Mittel kleiner als 20 mm ist.

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Polykondensat im festen Zustand mit dem Inertgas gespült wird.

30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Polykondensat bereits vor dem Einbringen in den Extruder (1) einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks und/oder dem Inertgas ausgesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Polykondensat bereits vor dem Einbringen in den Extruder (1) auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Polykondensats erwärmt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas bei einer Temperatur von 60 °C bis 250 °C, vorzugsweise 100°C bis 160°C, zugegeben ist.

5

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Schmelzen des Polykondensats eine weitere Entgasung der Polykondensat-Schmelze erfolgt.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Entgasung der Polykondensat-Schmelze unter vorhergehender Zugabe eines Inertgases erfolgt.

15

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas in einem kondensierten Zustand der Polykondensat-Schmelze unter einem erhöhten Druck zugesetzt wird und nachfolgend der Druck der Polykondensat-Schmelze abgesenkt wird, so dass das Inertgas aus der Polykondensat-Schmelze entweicht.

20

11. Verfahren nach Anspruch 1, 4, 5, 7, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Inertgas um Stickstoff, getrocknete Luft, Kohlendioxid oder ein Edelgas handelt.

25

12. Verfahren nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Polykondensat-Schmelze durch mindestens eine Schmelzepumpe geführt werden kann.

13. Verfahren nach Anspruch 8, 9, 10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Polykondensat-Schmelze durch mindestens einen Schmelzefilter geführt wird.

30

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Einsatz von Schmelzefiltern in Förderrichtung des Polykondensats, nach Aufschmelzung des Polykondensates, vorzugsweise hinter dem Extruder erfolgen kann.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Nachfolge des Schmelzefilters eine weitere Entgasung des Polykondensates erfolgen kann.

5           16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass Zusatzstoffe, wie Farbpigmente, Füllstoffe, Verarbeitungshilfsmittel, Stabilisatoren, mit dem Polykondensat reagierende Substanzen und dgl., neben dem Polykondensat in den Extruder (1) eingebracht werden.

10           17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzviskosität und/oder Schmelzfestigkeit der Polykondensat-Schmelze durch den Einsatz einer mit dem Polykondensat reagierenden Substanz modifiziert wird.

15           18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Polykondensat reagierende Substanz durch eine kettenverlängernde und/oder kettenvernetzende Reaktion mit dem Polykondensat die Schmelzeviskosität und/oder Schmelzfestigkeit des Polykondensates erhöht.

20           19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Polykondensation der Polykondensatschmelze im Vakuum erfolgen kann.

25           20. Extruder (1) zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats mit einer Einlassöffnung (3) zur Einbringung des aufzubereitenden Polykondensats im festen Zustand, einer Auslassöffnung (8) zur Abgabe des aufbereiteten Polykondensats im geschmolzenen Zustand, zwei oder mehr in einem Gehäuse (2) angeordneten, dichtkämmenden Schneckenwellen (10), die sich von der Einlassöffnung (3) in Richtung auf eine Auslassöffnung (8) erstrecken und die zumindest eine erste Förderzone (11) zum Fördern des Polykondensats im festen Zustand, eine zweite Förderzone (12) zum  
30           Fördern des Polykondensats im geschmolzenen Zustand sowie zwischen der ersten Förderzone (11) und der zweiten Förderzone (12) angeordnete Knetelemente (13) zum Aufschmelzen des Polykondensats aufweisen, und zumindest eine im Bereich der ersten Förderzone (11) in dem Gehäuse (2) vorgesehene Entgasungsöffnung (14), dadurch gekennzeichnet, dass an der Entgasungsöffnung (14) eine Fördervorrichtung (17)

vorgesehen ist, um über die Entgasungsöffnung (14) entweichendes Polykondensat in den Extruder (1) zurück zu fördern.

21. Extruder nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Förder-  
5 vorrichtung (17) zumindest eine Förderschnecke umfasst.

22. Extruder nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Förder-  
vorrichtung (17) zwei oder mehrere dichtkämmenden Förderschnecken aufweist.

10 23. Extruder nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fördervorrichtung (17) und/oder das die Fördervorrichtung (17) umgebende  
Gehäuse beheizbar ist.

24. Extruder nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass an der Einlassöffnung (3) eine Fördervorrichtung (20) vorgesehen ist, um das Polykondensat dosiert in den Extruder (1) einzubringen.

25. Extruder nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlass-  
öffnung (3) gleichzeitig als Entgasungsöffnung (14) dient.

20

26. Extruder (1) zur Aufbereitung eines thermoplastischen Polykondensats  
mit einer Einlassöffnung (3) zur Einbringung des aufzubereitenden Polykondensats im  
festen Zustand, einer Auslassöffnung (8) zur Abgabe des aufbereiteten Polykondensats  
im geschmolzenen Zustand, mehreren in einem Gehäuse (2) angeordneten, dichtkäm-  
25 menden Schneckenwellen, die sich von der Einlassöffnung (3) in Richtung auf eine  
Auslassöffnung (8) erstrecken und die zumindest eine erste Förderzone (11) zum För-  
dern des Polykondensats im festen Zustand, eine zweite Förderzone (12) zum Fördern  
des Polykondensats im geschmolzenen Zustand sowie zwischen der ersten Förderzone  
(11) und der zweiten Förderzone (12) angeordnete Knetelemente (13) zum Aufschmel-  
30 zen des Polykondensats aufweisen, und zumindest eine im Bereich der ersten Förder-  
zone (11) in dem Gehäuse (2) vorgesehene Entgasungsöffnung (14), dadurch gekenn-  
zeichnet, dass das Gehäuse (2) in ein Innengehäuse (31) und ein Aussengehäuse (32)  
gegliedert ist und die Schneckenwellen zwischen dem Innengehäuse (31) und dem Au-  
ssengehäuse (32) ringförmig angeordnet sind, wobei die Schneckenwellen einen zwi-

schen dem Aussengehäuse (32) und den Schneckenwellen gebildeten Aussenraum (34) von einem zwischen dem Innengehäuse (31) und den Schneckenwellen gebildeten Innenraum (33) trennen, und dass sich im Bereich der ersten Förderzone (11) das Polykondensat entweder in dem Innenraum (33) befindet und die Entgasungsöffnung (14) mit dem Aussenraum (34) verbunden ist oder sich das Polykondensat in dem Aussenraum (34) befindet und die Entgasungsöffnung (14) mit dem Innenraum (33) verbunden ist.

27. Extruder nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Entgasungsöffnung (14) mit einem Unterdruck beaufschlagt ist und/oder über die Entgasungsöffnung (14) ein Spülzwecken dienendes Inertgas abgeführt wird.

28. Extruder nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2) im Bereich der ersten Förderzone (11) zumindest eine Öffnung (15, 44) zur Zufuhr des Inertgases aufweist.

29. Extruder nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2) im Bereich der ersten Förderzone (11) beheizbar ist.

30. Extruder nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass an der Entgasungsöffnung (14) eine Fördervorrichtung (17) vorgesehen ist.

31. Extruder nach einem der Ansprüche 20 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Knetelemente (13) eine Gesamtlänge L haben, wobei das Verhältnis  $L/D$  der Gesamtlänge L der Knetelemente (13) zu dem Durchmesser D der Schneckenwellen zwischen 1 und 2 liegt.

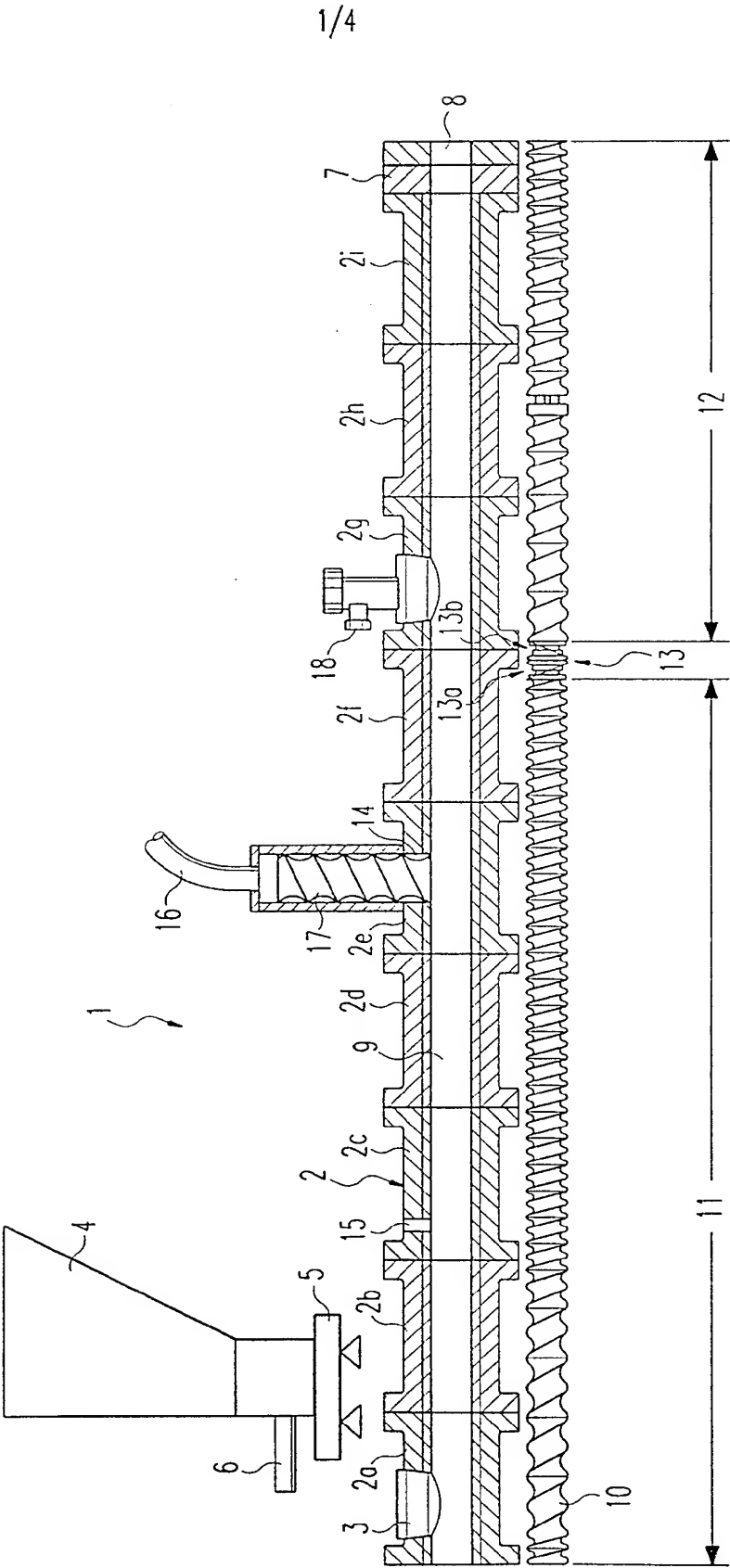


Fig. 1

2/4

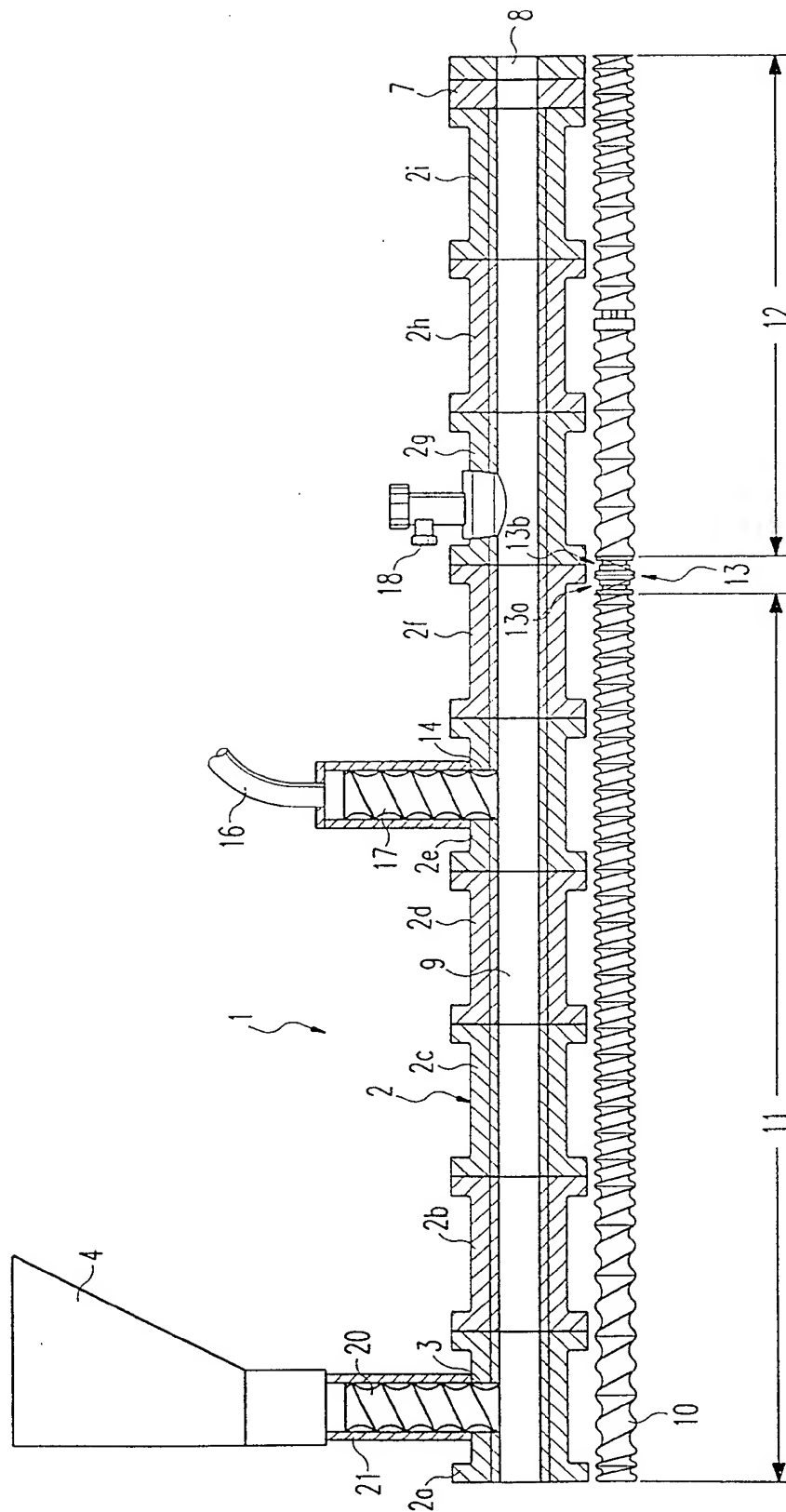
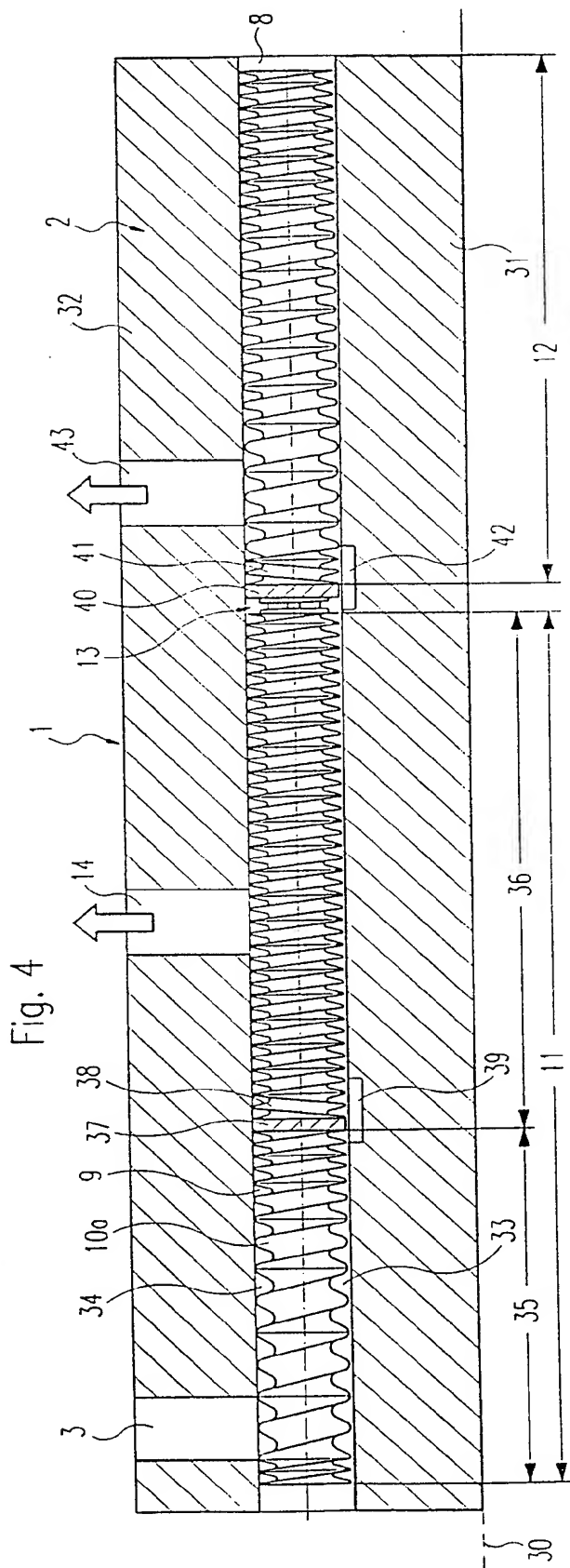
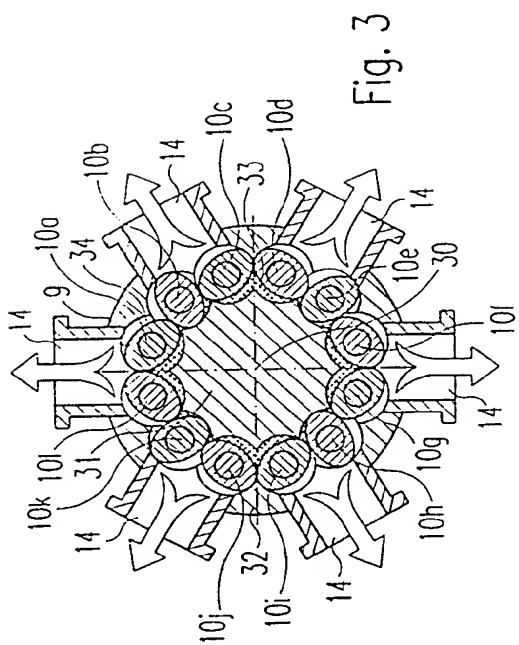


Fig. 2



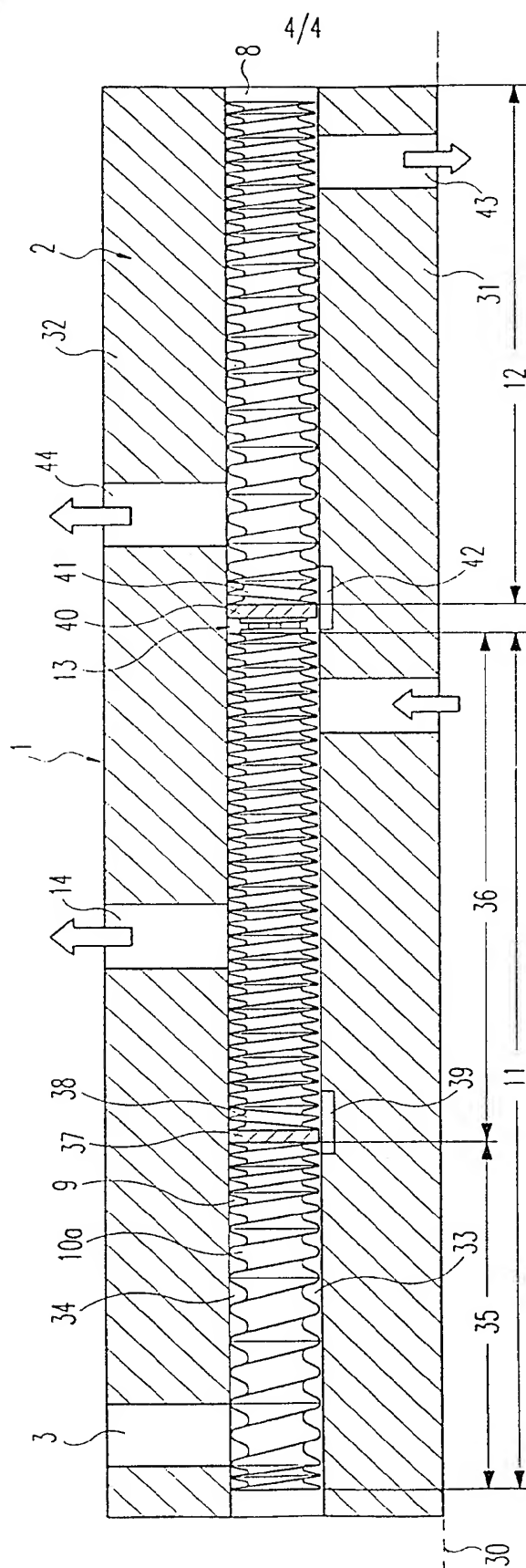


Fig. 5

PCT/CH 99/00515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7    B29C47/76    B29C47/42    B29C47/10    //B29K67:00,B29K105:26

IPC 7      B29C      B29B      C08J

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
-----------------------	--	-----------------------

X	EP 0 336 520 A (STAMICARBON) 11 October 1989 (1989-10-11) claims 1,9-14	1-3,5,6, 8,12-14
X	EP 0 861 717 A (KRUPP WERNER & PFLEIDERER GMBH) 2 September 1998 (1998-09-02) claim 1; figure 4	20-25, 27,29,31
X	EP 0 788 867 A (BLACH JOSEF A) 13 August 1997 (1997-08-13) column 4, line 38 - line 42; figure 6	26
P,X	EP 0 881 054 A (EREMA ;ZIMMER AG (DE)) 2 December 1998 (1998-12-02) claim 1; figure 1	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

<sup>o</sup> Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2000

Date of mailing of the international search report

04/02/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Nieuwenhuize, O

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No

PCT/CH 99/00515

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	DE 198 47 103 C (3 & EXTRUDER GMBH) 28 October 1999 (1999-10-28) column 2, line 66 - line 67; figures 1-5 ---	26
A	WO 98 40194 A (FREDL RUEDIGER ;OHL APPARATEBAU & VERFAHRENSTE (DE)) 17 September 1998 (1998-09-17) claims 1-6 ---	4,7, 9-11,28
A	US 3 804 811 A (ROSE S ET AL) 16 April 1974 (1974-04-16) claims 1-4 ---	1
A	US 3 619 145 A (CRAWFORD JACK E ET AL) 9 November 1971 (1971-11-09) claim 1 ---	4,7, 9-11,28
A	US 5 597 891 A (NELSON GREGORY W ET AL) 28 January 1997 (1997-01-28) claims 1,3; figure 1 ---	4,7, 9-11,28
A	EP 0 560 033 A (WERNER & PFLEIDERER) 15 September 1993 (1993-09-15) cited in the application claim 1; figure 1 ---	1-15,20
A	EP 0 873 844 A (DIAFOIL HOECHST CO LTD) 28 October 1998 (1998-10-28) claim 1 ---	16-20
A	EP 0 655 320 A (MICHELOTTI LEOPOLDO ;MICHELOTTI MARCO (IT)) 31 May 1995 (1995-05-31) claim 9; example 1 ---	16
A	US 4 255 295 A (REGNAULT BERNARD ET AL) 10 March 1981 (1981-03-10) claim 1 ---	19
A	JP 60 162621 A (ISHINAKA TEKKOSHO:KK) 24 August 1985 (1985-08-24) the whole document ---	20,24,25
A	US 4 722 680 A (ROSSBERGER ERWIN ET AL) 2 February 1988 (1988-02-02) figure 2 ---	20
A	DE 915 689 C (FARBENFABRIKEN BAYER AG) 26 July 1954 (1954-07-26) figure 1 ---	22
A	EP 0 588 008 A (HERMANN BESTORFF MACHINENBAU GMBH) 23 March 1994 (1994-03-23) claims 1-6; figures 1,2,4 ---	26
	-/--	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH 99/00515

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 01 988 C (HERMANN BESTORFF MACHINENBAU GMBH) 25 October 1990 (1990-10-25) column 3, line 5 - line 55; claim 1; figures 1-4 ---	26
A	US 4 591 487 A (FRITSCH RUDOLF P) 27 May 1986 (1986-05-27) figure 2 ---	26
A	DE 15 95 735 A (GEWERKSCHAFT SCHALKER EISENHÜTTE) 21 August 1969 (1969-08-21) claim 1; figure 1 -----	26

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00515

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0336520 A	11-10-1989	NL 8800904 A	01-11-1989
		AT 81057 T	15-10-1992
		DD 280500 A	11-07-1990
		DK 168689 A	09-10-1989
		GR 3006705 T	30-06-1993
		JP 2038021 A	07-02-1990
		KR 9205526 B	06-07-1992
		US 5102594 A	07-04-1992
EP 0861717 A	02-09-1998	DE 19708097 A	03-09-1998
		CA 2229696 A	28-08-1998
		JP 10235714 A	08-09-1998
		NO 980807 A	31-08-1998
EP 0788867 A	13-08-1997	DE 19604228 C	11-09-1997
		DE 19622582 A	07-08-1997
		AT 181867 T	15-07-1999
		DE 59700243 D	12-08-1999
		JP 9327619 A	22-12-1997
		US 5836682 A	17-11-1998
EP 0881054 A	02-12-1998	DE 19722278 A	03-12-1998
DE 19847103 C	28-10-1999	NONE	
WO 9840194 A	17-09-1998	DE 19710098 A	17-09-1998
		AU 6718398 A	29-09-1998
		EP 0966344 A	29-12-1999
US 3804811 A	16-04-1974	GB 1388348 A	26-03-1975
US 3619145 A	09-11-1971	NONE	
US 5597891 A	28-01-1997	AU 6684996 A	26-02-1997
		BR 9609746 A	30-03-1999
		CA 2227609 A	13-02-1997
		CN 1198756 A	11-11-1998
		EP 0842211 A	20-05-1998
		JP 11511187 T	28-09-1999
		WO 9705187 A	13-02-1997
EP 0560033 A	15-09-1993	DE 4208099 A	16-09-1993
		DE 59300128 D	18-05-1995
		JP 6015639 A	25-01-1994
		US 5308562 A	03-05-1994
EP 0873844 A	28-10-1998	JP 10296838 A	10-11-1998
		JP 10323831 A	08-12-1998
		JP 10323832 A	08-12-1998
		JP 10323833 A	08-12-1998
		JP 10329188 A	15-12-1998
		EP 0826478 A	04-03-1998
		US 5833905 A	10-11-1998
		US 5958659 A	28-09-1999
EP 0655320 A	31-05-1995	IT 1264976 B	17-10-1996
		CN 1107169 A	23-08-1995
		DE 69408794 D	09-04-1998

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 99/00515

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0655320 A		DE 69408794 T	02-07-1998
		JP 7268113 A	17-10-1995
		US 5902666 A	11-05-1999
US 4255295 A	10-03-1981	FR 2439074 A	16-05-1980
		AU 5179279 A	24-04-1980
		BE 879464 A	17-04-1980
		BR 7906748 A	03-06-1980
		CA 1139900 A	18-01-1983
		CH 641997 A	30-03-1984
		DE 2942248 A	30-04-1980
		ES 485102 A	16-05-1980
		GB 2032933 A,B	14-05-1980
		IE 48853 B	29-05-1985
		IT 1125504 B	14-05-1986
		JP 1441771 C	30-05-1988
		JP 55055827 A	24-04-1980
		JP 62048688 B	15-10-1987
		LU 81796 A	07-05-1980
		NL 7907376 A	22-04-1980
		ZA 7905540 A	29-10-1980
JP 60162621 A	24-08-1985	NONE	
US 4722680 A	02-02-1988	DE 3248659 A	05-07-1984
		AU 558181 B	22-01-1987
		AU 2255183 A	05-07-1984
		DE 3376394 A	01-06-1988
		DE 3382741 D	05-05-1994
		EP 0114999 A	08-08-1984
		EP 0231034 A	05-08-1987
		ES 528489 A	16-01-1985
		JP 59136230 A	04-08-1984
		US 4830801 A	16-05-1989
DE 915689 C		NONE	
EP 0588008 A	23-03-1994	DE 4231231 C	19-08-1993
		DE 4231232 C	19-08-1993
		CN 1085152 A	13-04-1994
		DE 59306164 D	22-05-1997
		JP 6190898 A	12-07-1994
DE 4001988 C	25-10-1990	DE 59007061 D	13-10-1994
		EP 0438645 A	31-07-1991
		JP 4357013 A	10-12-1992
		SU 1838123 A	30-08-1993
		SU 1838124 A	30-08-1993
		US 5106198 A	21-04-1992
US 4591487 A	27-05-1986	DE 3030541 A	25-02-1982
		JP 1313296 C	28-04-1986
		JP 57131231 A	14-08-1982
		JP 60033131 B	01-08-1985
DE 1595735 A	21-08-1969	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00515

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B29C47/76 B29C47/42 B29C47/10 //B29K67:00,B29K105:26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B29C B29B C08J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 336 520 A (STAMICARBON) 11. Oktober 1989 (1989-10-11) Ansprüche 1,9-14 ---	1-3,5,6, 8,12-14
X	EP 0 861 717 A (KRUPP WERNER & PFLEIDERER GMBH) 2. September 1998 (1998-09-02) Anspruch 1; Abbildung 4 ---	20-25, 27,29,31
X	EP 0 788 867 A (BLACH JOSEF A) 13. August 1997 (1997-08-13) Spalte 4, Zeile 38 - Zeile 42; Abbildung 6 ---	26
P,X	EP 0 881 054 A (EREMA ;ZIMMER AG (DE)) 2. Dezember 1998 (1998-12-02) Anspruch 1; Abbildung 1 --- -/--	1-3



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>2</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Januar 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Nieuwenhuize, O

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00515

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	DE 198 47 103 C (3 & EXTRUDER GMBH) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Spalte 2, Zeile 66 - Zeile 67; Abbildungen 1-5 ---	26
A	WO 98 40194 A (FREDL RUEDIGER ;OHL APPARATEBAU & VERFAHRENSTE (DE)) 17. September 1998 (1998-09-17) Ansprüche 1-6 ---	4,7, 9-11,28
A	US 3 804 811 A (ROSE S ET AL) 16. April 1974 (1974-04-16) Ansprüche 1-4 ---	1
A	US 3 619 145 A (CRAWFORD JACK E ET AL) 9. November 1971 (1971-11-09) Anspruch 1 ---	4,7, 9-11,28
A	US 5 597 891 A (NELSON GREGORY W ET AL) 28. Januar 1997 (1997-01-28) Ansprüche 1,3; Abbildung 1 ---	4,7, 9-11,28
A	EP 0 560 033 A (WERNER & PFLEIDERER) 15. September 1993 (1993-09-15) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1; Abbildung 1 ---	1-15,20
A	EP 0 873 844 A (DIAFOIL HOECHST CO LTD) 28. Oktober 1998 (1998-10-28) Anspruch 1 ---	16-20
A	EP 0 655 320 A (MICHELOTTI LEOPOLDO ;MICHELOTTI MARCO (IT)) 31. Mai 1995 (1995-05-31) Anspruch 9; Beispiel 1 ---	16
A	US 4 255 295 A (REGNAULT BERNARD ET AL) 10. März 1981 (1981-03-10) Anspruch 1 ---	19
A	JP 60 162621 A (ISHINAKA TEKKOSHO:KK) 24. August 1985 (1985-08-24) das ganze Dokument ---	20,24,25
A	US 4 722 680 A (ROSSBERGER ERWIN ET AL) 2. Februar 1988 (1988-02-02) Abbildung 2 ---	20
A	DE 915 689 C (FARBENFABRIKEN BAYER AG) 26. Juli 1954 (1954-07-26) Abbildung 1 ---	22
	---	

-/--

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00515

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 588 008 A (HERMANN BESTORFF MACHINENBAU GMBH) 23. März 1994 (1994-03-23) Ansprüche 1-6; Abbildungen 1,2,4 ---	26
A	DE 40 01 988 C (HERMANN BESTORFF MACHINENBAU GMBH) 25. Oktober 1990 (1990-10-25) Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 55; Anspruch 1; Abbildungen 1-4 ---	26
A	US 4 591 487 A (FRITSCH RUDOLF P) 27. Mai 1986 (1986-05-27) Abbildung 2 ---	26
A	DE 15 95 735 A (GEWERKSCHAFT SCHALKER EISENHÜTTE) 21. August 1969 (1969-08-21) Anspruch 1; Abbildung 1 -----	26

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00515

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0336520 A	11-10-1989	NL 8800904 A	01-11-1989
		AT 81057 T	15-10-1992
		DD 280500 A	11-07-1990
		DK 168689 A	09-10-1989
		GR 3006705 T	30-06-1993
		JP 2038021 A	07-02-1990
		KR 9205526 B	06-07-1992
		US 5102594 A	07-04-1992
EP 0861717 A	02-09-1998	DE 19708097 A	03-09-1998
		CA 2229696 A	28-08-1998
		JP 10235714 A	08-09-1998
		NO 980807 A	31-08-1998
EP 0788867 A	13-08-1997	DE 19604228 C	11-09-1997
		DE 19622582 A	07-08-1997
		AT 181867 T	15-07-1999
		DE 59700243 D	12-08-1999
		JP 9327619 A	22-12-1997
		US 5836682 A	17-11-1998
EP 0881054 A	02-12-1998	DE 19722278 A	03-12-1998
DE 19847103 C	28-10-1999	KEINE	
WO 9840194 A	17-09-1998	DE 19710098 A	17-09-1998
		AU 6718398 A	29-09-1998
		EP 0966344 A	29-12-1999
US 3804811 A	16-04-1974	GB 1388348 A	26-03-1975
US 3619145 A	09-11-1971	KEINE	
US 5597891 A	28-01-1997	AU 6684996 A	26-02-1997
		BR 9609746 A	30-03-1999
		CA 2227609 A	13-02-1997
		CN 1198756 A	11-11-1998
		EP 0842211 A	20-05-1998
		JP 11511187 T	28-09-1999
		WO 9705187 A	13-02-1997
EP 0560033 A	15-09-1993	DE 4208099 A	16-09-1993
		DE 59300128 D	18-05-1995
		JP 6015639 A	25-01-1994
		US 5308562 A	03-05-1994
EP 0873844 A	28-10-1998	JP 10296838 A	10-11-1998
		JP 10323831 A	08-12-1998
		JP 10323832 A	08-12-1998
		JP 10323833 A	08-12-1998
		JP 10329188 A	15-12-1998
		EP 0826478 A	04-03-1998
		US 5833905 A	10-11-1998
		US 5958659 A	28-09-1999
EP 0655320 A	31-05-1995	IT 1264976 B	17-10-1996
		CN 1107169 A	23-08-1995
		DE 69408794 D	09-04-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter. Signales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00515

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0655320 A		DE 69408794 T	02-07-1998
		JP 7268113 A	17-10-1995
		US 5902666 A	11-05-1999
US 4255295 A	10-03-1981	FR 2439074 A	16-05-1980
		AU 5179279 A	24-04-1980
		BE 879464 A	17-04-1980
		BR 7906748 A	03-06-1980
		CA 1139900 A	18-01-1983
		CH 641997 A	30-03-1984
		DE 2942248 A	30-04-1980
		ES 485102 A	16-05-1980
		GB 2032933 A,B	14-05-1980
		IE 48853 B	29-05-1985
		IT 1125504 B	14-05-1986
		JP 1441771 C	30-05-1988
		JP 55055827 A	24-04-1980
		JP 62048688 B	15-10-1987
		LU 81796 A	07-05-1980
		NL 7907376 A	22-04-1980
		ZA 7905540 A	29-10-1980
JP 60162621 A	24-08-1985	KEINE	
US 4722680 A	02-02-1988	DE 3248659 A	05-07-1984
		AU 558181 B	22-01-1987
		AU 2255183 A	05-07-1984
		DE 3376394 A	01-06-1988
		DE 3382741 D	05-05-1994
		EP 0114999 A	08-08-1984
		EP 0231034 A	05-08-1987
		ES 528489 A	16-01-1985
		JP 59136230 A	04-08-1984
		US 4830801 A	16-05-1989
DE 915689 C		KEINE	
EP 0588008 A	23-03-1994	DE 4231231 C	19-08-1993
		DE 4231232 C	19-08-1993
		CN 1085152 A	13-04-1994
		DE 59306164 D	22-05-1997
		JP 6190898 A	12-07-1994
DE 4001988 C	25-10-1990	DE 59007061 D	13-10-1994
		EP 0438645 A	31-07-1991
		JP 4357013 A	10-12-1992
		SU 1838123 A	30-08-1993
		SU 1838124 A	30-08-1993
		US 5106198 A	21-04-1992
US 4591487 A	27-05-1986	DE 3030541 A	25-02-1982
		JP 1313296 C	28-04-1986
		JP 57131231 A	14-08-1982
		JP 60033131 B	01-08-1985
DE 1595735 A	21-08-1969	KEINE	